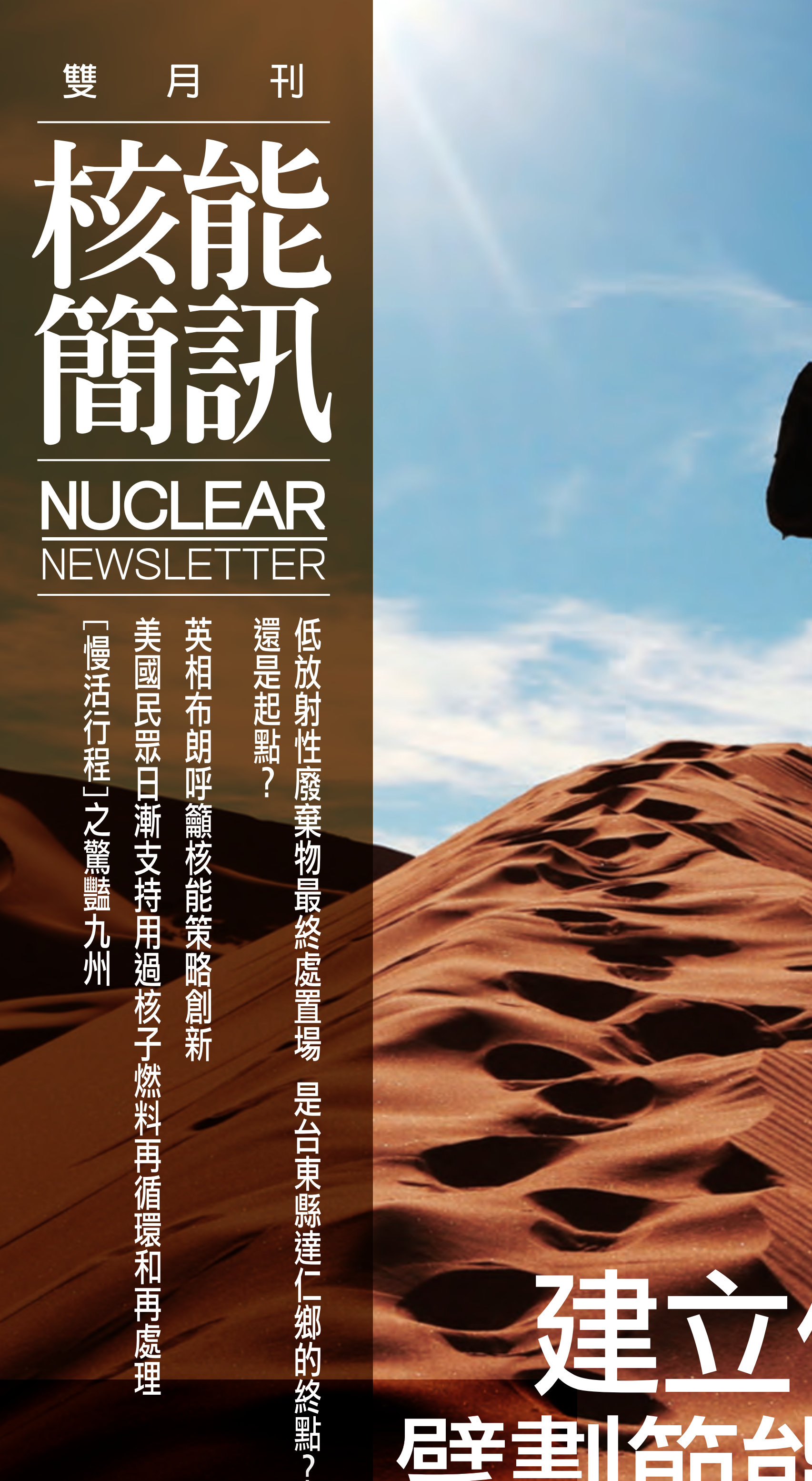
雙　月　刊

核能簡訊 NUCLEAR NEWSLETTER

NO.118
2009 JUNE



低放射性廢棄物最終處置場 是台東縣達仁鄉的終點？還是起點？

英相布朗呼籲核能策略創新

美國民眾日漸支持用過核子燃料再循環和再處理

「慢活行程」之驚豔九州

建立低碳家園
擘劃節能減碳策略

核能簡訊 NUCLEAR NEWSLETTER

NO.118 雙月刊
June 中華民國九十八年六月號

CONTENTS

出版單位/中華民國核能學會
財團法人核能資訊中心
地址/新竹市光復路二段一O一號研發大樓208室
電話/（03）571-1808
傳真/（03）572-5461
網址/http://www.nicenter.org.tw
E-mail/nicenter@nicenter.org.tw
發行人/朱鐵吉
編輯委員/李四海、徐懷瓊、梁鐵民、黃文盛、劉仁賢、潘欽、
蔡顯修、謝牧謙、顏上惠（依筆畫順序）
主編/朱鐵吉
顧問/喻冀平
文編/鍾玉娟、翁明琪、陳婉玉
設計排版/長榮國際 文化事業本部
地址/台北市民生東路二段166號6樓
電話/02-2500-1172
製版印刷/長榮國際 印刷廠

編者的話

4月份，核能議題分別在台灣南北發燒。在北是第3次全國能源會議的召開（第1頁），政府為因應「低碳家園」的施政主軸，有意將核能列為低碳能源，成為我國未來的能源選項之一。在南則是為推動低放射性廢棄物最終處置場選址作業，在台東縣辦理的公聽會（第4頁）。

在此要談的是另一個現場。本刊記者在4月15日赴台東縣達仁鄉，參加台電公司在新化村與安碩村的兩場說明會。出席說明會的民眾大多為婦女，現場同時有原住民母語同步翻譯，希望民眾可以充分理解台電溝通人員的說明內容。

這類說明會照例發言的都是反對人士，強調「我贊成核廢料處置，只要是放在總統府。」恰與全國能源會議場中反核人士的論調遙相呼應。

試想，如果民眾不想要的垃圾掩埋場、焚化爐、變電所、高壓電塔這些公共建設是否都該放在總統府裡？那還算是總統府嗎？有位民眾說得好：「我們家家戶戶都在使用核能所發的電，產生的垃圾卻沒有人願意接受，這樣很沒有道理。如果把核電廠都關掉，就不會有垃圾了嗎？未來也就沒電可用了。」

現場也有民眾表示，「反對人士也應該辦說明會，說清楚低放射性廢棄物為什麼『髒』？日本的六所村從原本的1千多人，成立處置場到現在變成1萬多人，變得更繁榮了，實在讓人很納悶。」

公聽會中有許多民眾持反對標語，頭綁白布條激動抗議。其實，建議候選場址附近的居民不需要誓死反對設址，只要投下反對的一票即可；即使同意票數過半，公投之後還需要經過8-10年的法定程序，進行多方面的鑽探與調查評估，才能確定是否適合設址。

就如同達仁鄉安碩村長呂金貴所說：「不要平地人主宰我們的生活，我們所有人都有資格說『要』或『不要』。」也希望所在地的縣政府能遵照法律規定，讓全體縣民行使法律給予的公投權利，讓在地的主人為自己發聲。

第3次全國能源會議結論—建立低碳家園 擘劃節能減碳策略

文．編輯室

前言

98年全國能源會議全體大會已於4月16日圓滿落幕，為期二天的全體大會，在205位各界與會代表踴躍發言與熱烈討論下，順利取得我國溫室氣體減量目標共識，並規劃出具體執行的策略藍圖。不過與會代表對部分爭議問題仍難有共識，包含：核能未來發展方向、新建電廠的管制方式、重大投資案是否推動、國營能源事業應否推動民營化等，產業界、台電工會與環保團體立場仍存在相當歧見，仍需於會後尋求合適機制持續協調溝通。

行政院長劉兆玄表示，面臨全球經濟蕭條、氣候變遷及能源價格巨幅變動的衝擊，本次會議擔負著確立我國未來整體經濟、能源與環保發展定位的重大使命。透過與會代表集思廣益，理性溝通，互信互諒，尋求最大共識，本次會議最終形成249項共同意見，作為未來行政院相關單位的政策研擬及推動參考與依據。

本次會議在「永續發展與能源安全」核心議題方面，透過與會代表努力，對我國永續發展願景共形成68項共同意見，其中重要產出包括：研訂「永續能源基本法」；規範政府政策規劃應符合「碳中和」原則，建構碳足跡、碳揭露等制度；提升能源安全議題及能源主管機關位階；逐年降低能源供應種類集中度；推動境外合作與健全能源儲運機制；能源系統由集中式朝「分散式能源系統」發展；確立低碳能源發展方向；強化核能安全、資訊揭露與監督機制等。

在「能源管理與效率提升」核心議題方面，與會代表皆認為應建立合適機制，以提高部門效率，會中形成89項共同意見，包括：新增重大投資應以綠色能源產業及非能源密集產業為優先；儘速推動「能源稅條例」；儘速通過「溫室氣體減量法」，逐步推動各部門總量管制，依國際慣例核配及拍賣企業碳排放額度，並分階段實施碳排放交易制度等。

在「能源價格與市場開放」核心議題方面，與會代表共產生38項共同意見，包括：推動綠色電力市場發展及收購綠色電力合理價格的機制，以綠色電價制度，合理反映綠色（再生）能源價格；推動汽燃費隨油徵收；開放用戶購電選擇權；成立電力調度中心；推動「天然氣事業法」（草案）立法。

在「能源科技與產業發展」核心議題方面，會中產生54項共同意見，確立我國能源科技發展、能源產業發展與人才培育策略，包括：規劃整體國家能源科技發展策略；導入國際間技術已經開發成熟的能源技術，並發展能源前瞻技術；推動科學教育基礎研究、學校能源科學教育、延攬與培育頂尖科技人才並推廣大眾科普教育。

有關核能的共識部分

一、確保核能電廠建廠、營運及核廢料管理的安全，增進核子事故應變能力，建立核能合理使用評估機制。

二、加強核能人才培育與核能技術研究評估，積極推動民眾教育宣導，以提高民眾對核能安全管理的認知。

三、持續透過網路資源與民意調查，瞭解民眾對國內核能發展的關心議題，促進理性的互動溝通。

有關核能的其他意見

永續發展與能源安全

一、低碳能源結構調整的因應對策

(一)我國發展低碳能源項目包含再生能源、天然氣、核能及碳捕捉與儲存，為降低溫室氣體排放技術，並以天然氣與核能作為高碳過渡到低碳的能源選項。

(二)強化核能發電的安全，將核能作為邁向低碳家園的過渡能源，並建立以核電正常發展的成本優勢，協助與促進其他低碳能源的研究與發展機制。

能源科技與產業發展

一、能源科技發展總體策略

(一)促進能源多元化，將核能作為無碳能源選項。

(二)在不考慮核廢料及核電廠除役等生命週期條件下，核能為低碳能源。

二、新能源科技

(一)務實推動短中長程核能能源政策，以達成「低碳家園」。

(二)務實強化現有核能電廠與核能設施安全，所有資訊應公開揭露，包括所有物料使用量、更新時程、監測資料、廢棄物量與處理方式，以利全民監督，提高民眾對核能安全的信心：

1.現有運轉中核一、二、三廠6部機組延役。

2.基於核能發電對節能減碳的貢獻，進行現有核電廠址內增建機組的可行性研究，以落實永續能源政策綱領的減碳目標。

(三)公開透明核能資訊，提升民眾對核能發電的瞭解，以及加強反應意見的機制。

(四)加強國際合作與技術研發，以提昇核能發電安全，並解決放射性廢棄物處理、處置問題：

1.強化與世界核能發電協會、美國核能運轉協會、美國核能管制委員會、美國電力研究所等機構的聯繫，進行業界同業評估、技術支援/引進及派駐人員等的合作，以維持與國際同步的核能安全水平。

2.配合國際原子能總署執行核子保防合作，使我國繼續維持「所有核物料均用於核能和平用途」的名聲。

(五)加強溝通尋求共識，解決低放射性廢棄物場址問題：

1.按「低放射性廢棄物最終處置設施場址設置條例」，進行候選場址的遴選，並強化與場址鄰近民眾的溝通。

2.建議提高公投與溝通作業層級，使低放選址能及時完成。

3.政府應對高放射性廢棄物的數量及半衰期公開資訊，並對其後續處置規劃召開會議，說明及討論。

(六)推動用過核子燃料境外再處理，尋求區域合作，研發高放射性廢棄物燃燒器：

1.持續推展用過核子燃料乾式中期貯存計畫，以因應短期內貯存水池容量不足的需求。

2.主動與美方溝通「核子保防三邊協定」，爭取美方同意並支持我國將部分用過核子燃料，送到國外進行再處理的先導型計畫。

3.主動與法國、日本及英國的用過核子燃料再處理設施的經營廠商接觸，探討合作的可行性。

4.着手規劃再處理後高放射性廢棄物的處置，並研發高放射性廢棄物的熔鹽式燃燒器。

5.積極推動高放射性廢棄物最終處置計畫與相關技術發展。

(七)積極研發新型核能電廠科技：

1.投入第三代改良式核能電廠的研究，以因應未來新建核能機組的採購規範研擬及設計與申照審查。

2.持續了解第四代核能電廠的發展進程，朝向高安全性、防止核武擴散、高經濟價值、最有效使用核燃料資源及最少放射性廢棄物的永續能源發展。

(八)促進新核能科技研發：

1.整合並提昇國內產官學研的研發能量，建立核能工程的基礎研發架構與環境。

2.積極培育核能工程人才，建立核能工程永續發展的人力資源。

3.建立核心實驗室，使資源的使用更為有效。

4.與國外機構合作，從事前瞻核能科學與技術研究。

(九)核能發電是有效降低溫室氣體、解決全球暖化的技術，因此，我國必須將其列入邁入低碳台灣的選項。

結語

會議的結束正是行動的開始，為積極落實本次大會結論，將由相關政府部門共同商討，儘可能化成具體行動計畫，使政府不僅只有節能減碳政策，而是所有政策都在落實節能減碳理念；本次會議產出的不僅是永續能源政策，而是促使政府所有施政皆能引領台灣邁向永續發展之路。

資料來源：

http://www.moeaboe.gov.tw/Policy/98EnergyMeeting/MeetingMain.aspx?pageid=convention

低放射性廢棄物最終處置設施

是台東縣達仁鄉的終點？還是起點？

文・丁家楨

經濟部於98年3月17日公告低放射性廢棄物最終處置設施場址選擇小組提送的「建議候選場址遴選報告」，報告中將「台東縣達仁鄉」及「澎湖縣望安鄉」2個場址列為「建議候選場址」名單，台東縣議會決議於4月8日辦理公聽會以廣泛聽取民意。

台東縣議會李錦慧議長特別邀請主管機關行政院原子能委員會物管局、主辦機關經濟部國營事業委員會及選址作業執行者台灣電力公司共同出席本次公聽會。此外，台東縣各級民意代表、環保團體、原住民團體、反核團體及地方社團等亦派代表出席。筆者身為台電公司選址督導組的一員，亦全程參與本次公聽會，行前即已充分瞭解本次公聽會的舉辦目的，並將此行定調為「聆聽及收集民意」之行。

當天公聽會現場分別有不同的團體公開發聲，顯示台灣的確是一個多元且民主的社會，任何人均可以主觀的或客觀的角度對「政策性議題」表達意見。從各人的角度來觀察，發言的各界代表有些是立場不同，有些是理念不同，當然現場也不乏若干欲藉媒體製造聲勢的利害相關者。綜合各方面的發言(情緒性表達者除外)，約略可歸納為下列4點，第1點是「對核廢料的認知差異」，第2點是「對設施安全的疑慮」，第3點是「對種族文化的尊重」，最後1點是「對既往未來的不信任」。

由於4月8日公聽會是依據環保團體的要求而舉行，因此當天所有民意代表及地方性團體，無論是



什麼政黨屬性，或是用什麼開場白切入主題，均一致表達反對設置也就並不意外。有的是強力阻擋台東縣政府2次送審公投自治條例，藉體制內議事規則抵制中央選址公投的進行；也有鄉級民意代表言必及祖靈與肩負選民所託的；更有環保團體暢言「只要山水、不要薪水」的壯士決心。至少在當天現場的惟一「民意」就是反對。

有智者曾說過：「當我們看不清前面的路時，不妨看看來時路。」因此，讓我們回顧一下引起這波民意浪潮的原因。

第一、就法源依據而言：

「低放射性廢棄物最終處置設施場址設置條例」(簡稱場址設置條例)是立法院於95年4月28日完成三讀立法程序，同年5月24日經 總統公布施行。這個法案通過之時是民進黨二度執政時期，也正值「紅花雨」發布時期，當時「紅色衣服」正夯。儘管朝野藍綠之間劍拔弩張，惟獨「場址設置條例」這個法案卻未見歧見，可見包括行政與立法部門以及立法院各黨團對於此一法案應有相當程度的共識。事實上3年後的4月8日公聽會上也印證了藍綠二黨均「口徑一致」。

第二、就民主層面而言，因為政府要興建最終處置設施的政策是一個公共議題，因此這個公共議題「可以」也「應該」接受公共評論，甚至接受民意的考驗。

可惜的是，原本應該為台東縣民爭取最大民主權益的台東縣議會，卻誤以為抵制「台東縣公民投票自治條例」的通過，就可以阻擋適用「公投法」的「場址設置條例」，結果不但是無法動搖經濟部的決心，更直接造成否決台東縣民體驗地方民主自決的權利。

第三、就選址過程而言，公聽會中另一項疑問就是「為什麼會選在好山、好水…的台東呢」？

在回答這個問題以前，個人建議一定要從客觀、專業的角度來探討，其他任何成見均應去除在外。

依據「場址設置條例」第4條規定，處置設施場址不得位於下列地區：

1. 活動斷層或地質條件，足以影響處置設施安全之地區。
2. 地球化學條件不利於有效抑制放射性核種污染擴散，並足以影響處置設施安全之地區。
3. 地表或地下水文條件，足以影響處置設施安全之地區。
4. 高人口密度之地區。
5. 其他依法不得開發之地區。

選址的主辦機關經濟部為了專業客觀的選址考量，邀集了行政院原能會、環保署、農委會、原民會、內政部、文化史蹟、水利及海洋工程、地質、土木、地震及環保團體等專家學者組成「場址選擇小組」，以會議方式執行選址工作，所有會議均應有半數以上委員出席，所有決議也必須有出席委員過半數的同意，對於最受爭議的「潛在場址」及「建議候選場址」的決議，則須要出席委員三分之二以上的同意，因此場址選擇小組的專業能力及公正性不容質疑。

潛在場址的篩選工作是依據場址設置



條例、禁置標準及相關法規限制開發規定，將該地區予以排除，經統計後具有可能潛在場址的鄉鎮共計48處。這48處鄉鎮再以「所需空間」、「環境接受度」、「接收港條件」、「陸運環境」、「地質條件」以及「處置技術」等作為評量因子，結果評量成果以8處鄉鎮為最佳。這8處評量較佳的鄉鎮再考慮「選舉投票率」因素後，於97年8月19日第8次會議中票選出「台東達仁鄉」、「屏東牡丹鄉」、「澎湖望安鄉」等3處為潛在場址，經濟部並於8月29日將結果正式公告。

選址小組對於建議候選場址的篩選工作，除了重新將3處潛在場址所有場址規定再一次的覆核檢視外，再加上「社經因素」、「環境因素」、「技術因素」等評估因子進行評比，最後才遴選出「台東縣達仁鄉」及「澎湖縣望安鄉」為「建議候選場址」，並於「建議候選場址遴選報告」中做成建議名單。經濟部於98年3月17日公告該建議名單，並將遴選報告公開上網並揭示於台東縣30日。在聽取台東縣各界對可能建議候選場址的意見後，在通盤考量後才會審慎核定及公告「建議候選場址」。

第四、這件事該由誰來做主？

「場址設置條例」第11條明文規定，候選場址須經縣(市)地方公民投票通過，其投票率及同意票比率均須達50%以上，明確的以立法方式保障地方鄉親自己做主的權利。因此，「建議候選場址」須由地方鄉親公投同意後，經濟部才能核定為「候選場址」。**台東縣議會抵制杯葛縣自治條例也好、民意代表自稱「祖靈附身」也好、環保團體高調唱衰也好、或是經濟部強力溝通宣導也好，最後的決定權還是落在台東縣的鄉親手上，與「大聲」和「先說先贏」無關。**

第五、低放射性廢棄物是誰產生的？

輻射是大自然的一部分，自從地球形成以來就存在。陽光就是最典型的輻射，海洋、岩石、土壤中都含有放射性物質而放出輻射線，這些天然的放射性物質當然也會透過食物進入到我們的身體內，我們的生活環境中，天然輻射可說是無所不在的。

科學家利用放射性物質的特性，延伸創造出人工輻射，應用在每天生活所需，例如：X光攝影、核子醫學藥物、探測礦脈、工業非破壞檢測、醫療護理用品消毒、農產品除蟲、食物滅菌、延長食物保存期限、農作物育種改良、核能發電、核子動力船等等。所有這些民生應用都是我們現代文明生活中天天都在使用的，因此低放射性廢棄物是誰產生的也就明顯易見了，難怪有人說當你在指著別人時，有3隻指頭是指向自己。

第六、處置設施對地方產業有甚麼好處？

選址條例第12條第1項規定：為推動處置設施選址工作，主辦機關得由核能後端營運基金提撥經費作為回饋金，回饋金的總額最高不得超過新臺幣50億元。

參考國內外設置相關設施的睦鄰或回饋作法，我國明確將回饋金額立法，即為保障所在地鄉鎮可以在享有尊嚴的情形下，規劃未來配合地方產業發展，增進民眾就業機會，以達成處置設施與地方共存共榮的目標。

第七、誰能保證最終處置設施符合國際安全標準？

目前全世界已有34個國家79座低放射性廢棄物最終處置場在安全運轉中，我國



當然會依法設置符合國際安全標準的低放處置設施。此外，政府部門如原能會已明定嚴格的處置安全標準，處置設施甚至也歡迎所在地民眾組成處置設施監督委員會，邀請學者專家進行跨領域的人力及技術整合，平行做好安全監督的周詳必要準備。

在現在這個多元民主的社會裡，對於公共議題或政策存有不同意見本屬自然，不過當意見分別來自於專業領域及市井小民時，這些紛陳的意見應如何整合，繼而朝著正面方向推動，就是觀察及考驗政府效能良莠的重要指標了。

親愛的台東鄉親們，請不要再聽信政客或偏激、昧於現實的謊言而誤認敵人，在理想與現實之間，本文選擇陳述兼顧社會公義、提升地方經濟發展、教育文化、社會福利的事實，期待政府以大智慧扮演帶來地方長期發展願景及民眾期待的角色。

（本文作者任職於台電公司公服處選址督導組）

推動放射性廢棄物處置計畫——法國篇

文 · 劉東山

目前國際上對於高放射性廢棄物(或用過核燃料)的處置仍止於研究或示範階段，少數核能使用國家(如台灣)甚至連低放射性廢棄物的處置場都沒有著落。即便是美國，雖有低放射性廢棄物（後文簡稱低放）處置場運轉中，但因幅員遼闊，仍需設置更多的處置設施。有鑑於此，多年前經濟合作暨開發組織(OECD)所屬的核能署(NEA)應會員國要求，於其放射性廢棄物管理委員會之下，特成立**利害關係者信心論壇**(Forum of Stakeholder Confidence, FSC)，希望將長期在放射性廢棄物領域工作的各國相關人員(業者、管制者、學者專家等)集合起來，分享放射性廢棄物管理推動上所遭遇到的諸多社會問題與經驗，希望找出與大眾有效的對話方式，並將之置入決策制定過程，以提高大眾對放射性廢棄物管理的信心與配合度。

FSC今年(2009)特別與法國放射性廢棄物管理局(ANDRA，為國營機構)配合，於巴樂狄克(Bar Le Duc)市舉辦3天的研討會。筆者有幸參加，因此對於法國放射性廢棄物處置計畫得以較深入了解，特將重點整理，以饗台灣關心核能的讀者。

中低放射性廢棄物處置場

在法國有很多工業發展計畫，包括核能電廠設置，長久以來即採用自願場址方案，由地方的市長提出申請，政府則給予一定的經濟及社會回饋做為回報。ANDRA也不例外，早在1985年即公開徵求低放處置場址，從原先的5個候選場址中評選，最後由位於法國東北地區的盧伯縣勝出。ANDRA於是在1992年建造完成盧伯處置場，接替位於法國西北地區的拉莫須處置場(目前已貯滿封閉關場)，接收來自全國各界產生的中低放射性廢棄物的處置。該場橫跨蘇蘭頓(Soulaines-Dhuys)、艾波德蒙(Epothemont)及木莊(La Ville-aux-Bois)3個地區，貯存容量有100萬立方米，足夠未來60年所需。貯滿封場後預計監管300年，之後即可無限制再使用該筆土地。

極低放射性廢棄物處置場

為降低營運成本，ANDRA復於2003年在盧伯縣境內蓋了一個極低放射性廢棄物處置場，主要用來接收核能設施除役產生的廢

棄物。該場場址橫跨摩維爾(Mouvilliers)及拉雪茲(La Chaise)兩地區，貯存容量有65萬立方米，足夠未來30年使用。

高放射性廢棄物處置計畫

1991年制定的高放射性廢棄物（後文簡稱高放）研發法案提出15年期的研究方案，重點包括：

- 由法國原子能委員會(CEA)進行廢棄物中長壽命核種分離及轉化技術的研究
- 由ANDRA透過建造地下研究試驗室，進行深地質處置研究
- 由CEA進行長期地表貯存技術開發

該法案同時授權認命一位協調官，由當時擔任國會議員的巴泰勒(Christian Bataille)先生擔任此職，展開地下試驗室場址的徵詢工作。他的任務目標主要為：向公眾提供資訊、公開對話、協助做成決策。

選址工作從1993年開始，最初有30個地區在當地民意機關支持下，提出自願成為候選場址，巴泰勒先生依自訂的準則，並從社會可行性的角度研判，最後向政府建議了4個場址。不過緊接著其中2個合併成1個，最後剩下3個候選場址，分別是：在東北地區跨默茲(Meuse)及上馬恩(Haut Marne) 縣的黏土屋布爾(Bure)場址，在南部加爾(Gard)縣馬庫爾核能設施附近的黏土屋，及在西部維恩(Vienne)縣的花崗岩層。緊接著就在上述場址進行地表調查，以及鑽2-4個探測孔進行地質測量；1996年5月政府授權ANDRA針對上述3個場址提出設置及運轉地下試驗室申請，期間曾經過當時的核能管制單位(DSIN)及研究部共同審查，並辦理公聽會、地方徵詢，最後由地方投票，結果3個地區均同意接受ANDRA的地下試驗室計畫。

1998年12月，法國政府進一步確認僅保留1個黏土屋及花崗岩進行後續研究，接著於1999年發布行政命令，同意ANDRA在布爾場址建造地下試驗室及地方諮詢中心；至於花崗岩則因地方又出現雜音，未能再進一步確定具體的場址位置；



▼圖1 CLIS在布爾地區的公眾閱覽室

▼圖2 ANDRA的所有報告、相關政府機關的出版品及本身的研究報告等

▼圖3 布爾市長特別於公所內，以酒會接待來訪的數十位外賓



不過政府轉而要求ANDRA，參與國際上花崗岩層的研究試驗室，以補足這方面的知識。**值得一提的是，依法國法律規定，地方政府基本上對公共建設案並沒有否決權。**

為便於與地方的互動，法國政府依1991年的法案授權，設立一個地方資訊及監督委員會(CLIS)。該委員會由中央政府、省、縣及鄉鎮市長與地方各級議會、環保團體、工會及ANDRA代表共同組成。目前CLIS有93個成員，每年集會3-4次，對公眾及媒體開放，再由其中16位成員組成董事會，每月集會1次處理例行性事務。CLIS之下再由委員針對各專題，如健康計畫、招標、研究計畫及地熱等成立次委員會，進行細部問題研究。**值得一提的是，CLIS在決策過程是一個必須被徵詢的組織，並不具決策權，但依法所有會影響地方及環境的運作事項，均須向CLIS提出報告。**

CLIS目前在所屬的默茲縣有一行政辦公室，在布爾場址有一個公眾閱覽室(9頁圖1)，內擺放ANDRA的所有報告、相關政府機關的出版品及本身的研究報告等(圖2)。CLIS每年有30萬歐元的預算，由國會同意再經由工業部撥款，而其未用完的年度預算，則可保留至下一年度使用。布爾的市長特別於公所內，以酒會接待來訪數十位外賓，致詞時表示：「過去十多年來與ANDRA相處不容易，未來還是不容易…」，約略說明箇中滋味(圖3)。筆者以為，布爾的市長願意公開接待外賓，恰可反應ANDRA在地方上的耕耘成果。

與CLIS同時依法設立的另一個地方組織是**公眾關注團體**(Public Interest Group，GIP)。雖然布爾場址位於默茲縣(巴樂狄克市為其縣治所在地)，但因場址250平方公里所謂的影響圈涵蓋另一個縣上馬恩縣，考慮行政隸屬不同，法律同意分別在兩縣各成立一個GIP。

依法GIP的任務為：

- 經營與推動或協助地下試驗室或處置場運轉有關的設備或設施
- 在所屬行政區域內進行區域規劃及經濟發展活動
- 支持與地下試驗室及新能源技術有關的訓練計畫，並傳播相關的科學與技術知識

在法國核子設施必須向所屬地方政府繳交兩個特別的稅：經濟發展稅及技術擴散稅（Technology diffusion tax），此兩稅主要用來支付GIP的預算。從1999年至2006年，每一個GIP每年可收到910萬歐元的經費。法律明確規定該筆經費是完全外加，上級政府不可因而扣減其原應補助的款項，**而此筆經費主要用來促進地方的經濟發展及創造就業。**

在2007年至2015年，法國政府正式決定是否在此地開發深層處置場期間，另外再核給每一個GIP2千萬歐元的額外經費。為使預算使用更加靈活，2006年法案也放寬一定比例(目前為14%)的預算，地方政府可自行使用，免受法國政府或歐盟相關法律的限制。

一旦決定在布爾場址建造深層處置場，依法國法律規定，此設施將被視為是一個基本核子設施，必須繳交一筆特別稅；至於稅率多寡及要撥交多少錢給地方政府使用，日後將再進一步討論定案。

目前在布爾試驗場約有350名員工，其中ANDRA約占70名，鑽探相關工作約240名，另40名從事其他支援性工作，工作人員多來自場址方圓10至15公里內的地方居民。法律規定ANDRA必須於2015年前完成相關測試及技術開發，並提出處置場設置申請，以便政府審核。**如一切順利，法國預定2025年能正式展開高放及長壽命中放廢棄物的處置工作。**

值得一提的是，法國政府為此地下試驗室還特別指派一位任務連絡官，規劃地



▲圖4 ANDRA在布爾的訪客及展示中心





▲圖5 布爾展示中心原尺寸的地下隧道，讓民眾得以身歷其境

方經濟發展及協助ANDRA及其他當地公司的雇工，同時定期提出此地下試驗室對地方社經情況的影響報告。ANDRA位於布爾的訪客中心(圖4)，除一般性的展覽空間外，還不惜鉅資另外建造原尺寸的數十公尺長的地下隧道(圖5)，以及一整套高放廢棄物貯存罐輸送操作設備，方便向民眾解說，同時展示其成熟的技術。**透過親身經歷，無形中建立了民眾對政府的信心。**該訪客中心每年約吸引4萬人次參觀，事實上也為地方帶來一定程度的經濟貢獻。

感想

筆者來OECD工作已超過一年半，由於OECD總部設於巴黎，同事中科技人員多來自世界各國，支援人員則多是法國人，法國人有很多思維與我們有相當大的差異。法國基本上是社會主義國家，政府掌握很多資源，也為人民決定很多大小事，當政策(伴隨相關配套)一旦定案，地方、個人或社團很難加以抗拒或反對。事實上，法國的核能工業有太多政府的影子，一路堅定發展下來，難怪能領先全世界。很自然的，法國人似乎多能接受核能，其反核勢力也有(圖6)，但與鄰近的德國相比簡直是小巫見大巫。**法國政府對核能工業及放射性廢棄物管理的用心規劃與安排，值得我國政府及各界深入參考。**

（本文作者為原子能委員會派駐法台灣代表處副組長兼駐OECD/NEA連絡官）

▶圖6 約10名當地反核人士拉布條抗議，並阻礙人員進場開會



從OECD看台灣的低放射性廢棄物處置計畫

文．劉東山

核能或輻射在醫療、農業、工業或研究機構的廣泛應用，已成為現代生活的一部分。一如其他產業，這些應用不可避免地也會產生廢棄物。這類廢棄物因具放射性故稱為放射性廢棄物，基本上是屬有害事業廢棄物的一種。放射性廢棄物依其所含放射性含量的不同，可再區分成高、中、低三類。高放射性廢棄物（後文簡稱高放廢棄物）在台灣指的是用過核燃料，目前均貯存在核能電廠的冷卻水池中；其他的放射性廢棄物均可歸屬於中低放射性廢棄物（後文簡稱低放廢棄物）。低放廢棄物所含核種的半衰期絕大多數低於30年，在經過約300年(10個半衰期)的衰變後，所含的放射性幾乎可降低至大自然的背景程度，對生命與環境已無影響。至於極少數低放廢棄物中若含有長壽命核種，國際上傾向併同高放廢棄物，將來再進一步加以處理或處置。

在有核能工業或核能電廠的國家，低放廢棄物絕大部分來自核能工業或核能電廠。一般而言，低放廢棄物多指使用過的紙張、塑膠、布、金屬，或因淨化氣體或水質產生的污泥、樹脂殘渣等，在經過焚化、壓縮或固化後裝桶，等待送往最終處置場掩埋。1990年時，每一部壓水式核能機組(如核三廠)每年約產生250立方米低放廢棄物，沸水式(如核一、二、四廠)則約產生500立方米。多年來經過加強廠房管理、清潔管控、採取減容等措施後，廢棄物產生量已大幅減少。以法國的狀況為例(均壓水式電廠)，近年廢棄物的產生量平均已降至91立方米[註1]；美國的數據顯示，2001年其核能電廠的低放廢棄物平均產生量，比1980年減少達96%[註2]。台灣核能界這方面也不讓各國專美於前，有極優異的減廢成果[註3]，詳參考網頁http://www.nicenter.org.tw/modules/tadbook2/open_book.php?book_sn=59。

▲ 圖3 法國CSTFA極低放射性廢棄物處置狀況—全景

低放廢棄物處置場所須土地面積很有限，以法國的La Manche場為例，自1969年開場至1994年貯滿，封場後再覆土回填植被(圖1)，所用的土地表面積僅約0.12平方公里(約12甲)；至於目前運轉中的Centre de l'Aube低放廢棄物處置場所用面積目前也僅0.3平方公里(圖2)。

法國低放廢棄物處置現況：



▶ 圖1 CSH處置場(已封閉)



▼ 圖2 CSFMA處置場(運轉中)

▼ 圖4 法國CSTFA極低階廢棄物處置狀況一內部作業(本文圖片由ANDRA提供)

而其附近針對極低放廢棄物設立的處置區則僅0.45平方公里(圖3-4)。台灣的核能發電規模遠小於法國(8座與57座)，將來所需的低放廢棄物處置土地更少，保守估計1平方公里(100甲)土地面積應已足夠。

表1列出經濟發展暨合作組織(OECD，總部在巴黎)會員國的低放廢棄物處置計畫，OECD堪稱為世界上先進民主國家的集合體，其現況值得我國參考。從表1可知近地表處置是多數國家的選擇，而且已累積相當豐富的運轉經驗，安全根本不是問題。OECD中少數未具有處置場的核能會員國，多因政治或社會因素或打算併同高放廢棄物處置，而延遲低放廢棄物的處置計畫。

台灣推動低放廢棄物最終處置計畫的另一隱憂，可能是公投法的高門檻限制。依低放射性廢棄物最終處置場址設置條例[註5]，最終處置場場址須經所在縣市民眾公投同意。然而公投法規定，公投案須有超過50%的合格選民出來投票，且超過半數同意始能成案。筆者曾將此狀況與OECD核能署(NEA)同事討論，大家均認為此規定將封殺處置計

表1. OECD會員國(先進國家)之中低放射性廢棄物處置現況 [註4]

國 別	處置場(開始運轉)	廢棄物種類/容量	型式	現狀
比利時	Dessel and Mol area (待定)	中低放射性-短衰期/60,000立方米	ENSF	準備執照中
加拿大	Kincardine (待定)	中低放射性/160,000立方米	GR	申請執照中
捷克	Richard II (1964)	低放射性-短衰期 /8,500立方米	RC	運轉中
	Bratrstvi (1974)	低放射性-短衰期/1,200立方米	RC	運轉中
	Dukovany (1994)	低放射性-短衰期/55,000立方米	ENSF	運轉中
芬蘭	Loviisa (1998)	中低放射性/8,432立方米	RC	運轉中
	Olkiluoto (1992)	中低放射性/5,400立方米	RC	運轉中
法國	Centre de l'Aube (1992)	中低放射性-短衰期/1,000,000 立方米	ENSF	運轉中
	Centre de la Manche (1979)	中低放射性-短衰期/527,000 立方米	ENSF	1994年關閉
	Centre de Morvilliers (2003)	極低放射性/650,000立方米	SNSF	運轉中
德國	Konrad (2013)	中低放射性/303,000立方米	GR	建造中
	Morsleben (1981)	中低放射性	GR	1998年關閉
匈牙利	Bátaapáti (2009)	中低放射性	GR	建造中
	RWTDF, Püspökszilágy (1976)	中低放射性-短衰期/5,040立方米	ENSF	運轉中
日本	Rokkasho (1992)	中低放射性-短衰期/80,000立方米	ENSF	運轉中

國 別	處置場(開始運轉)	廢棄物種類/容量	型式	現狀
韓國	Wolsong, Gyungju (2010)	低放射性-短衰期/160,000立方米	RC	申請執照中
斯洛伐克	Mochovce (2001)	中低放射性-短衰期/22,300立方米	ENSF	運轉中
西班牙	El Cabril (1992)	中低放射性-短衰期/100,000立方米	ENSF	運轉中
	El Cabril (2007)	極低放射性	SNSF	運轉中
瑞典	SFR (1988)	中低放射性-短衰期	RC	運轉中
英國	Drigg (1959)	低放射性-短衰期/1400,000立方米	E/SNSF	運轉中
美國	Barnwell, South Carolina (1971)	低放射性-短衰期/890,000立方米	ENSF	運轉中
	Richland, Washington	低放射性-短衰期/588,000立方米	SNSF	運轉中
	Clive, Utah (1988)	低放射性-短衰期 及天然產生的放射性廢棄物	SNSF	運轉中
	Andrews, Texas	低放射性-短衰期及天然產生的放射性廢棄物	SNSF	申請執照中
	WIPP (1999)	超鈾 (低放射性-長衰期)/175,000立方米	GR	運轉中

■SNSF = 單純近地表設施 ■ENSF = 工程化近地表設施 ■E/SNSF = 混合地表設施
■RC = 岩洞或中層地質處置 ■GR = 深層地質處置

畫的推動，因為民眾普遍對「事」較不關心。在很多先進國家即便合併大選一起辦理，出席投票率也才勉強超過50%；若單獨辦理則投票率可預見會更低。事實上對反對處置場設立的人士而言，正好可藉呼籲其支持者不投票來降低總投票率，而輕易達到封殺此公投案的目的。因此**建議核能界人士應推動比照新近通過的「離島博弈條款」，於「低放射性廢棄物最終處置場址設置條例」中修正放寬公投法相關規定，引進投票人數不受當地投票權人總數二分之一以上的絕對多數門檻限制條款，否則最終處置計畫恐怕會淪為不合理公投制度下的祭品。**

因由於低放廢棄物處置場遲遲無法設立，我國核能電廠被迫在設施內增建許多貯存倉庫，這些貯存倉庫因安全要求嚴格，工程費動輒數億或數十億。**估計台灣因廢棄物延長貯存，以及因貯存過久導致廢棄物桶銹蝕、破裂須重新檢整、裝桶所花費的錢將超過數十億台幣，而這些額外的花費都從我們所付的電費中支應，政府高層或社會大眾宜有正確認知。**

低放廢棄物處置場所須土地面積極小，處理及處置技術也已相當成熟，此可從多數先進國家的相關經驗獲得實證。只要加以嚴格的監督管制，處置場不會對附近居民造成任何健康危害，希望全體國人能冷靜思考其利弊得失。

（本文作者為原子能委員會派駐法代表處副組長兼駐OECD/NEA連絡官）

參考資料:

[註1] IAEA(2008), Estimation of Global Inventories of Radioactive Waste and Other Radioactive Materials, International Nuclear Energy Agency, Vienna, Austria.

[註2] CEA(2005), Informations sur l'énergie-Energy Handbook, Commissariat a l'énergie atomique, Paris, France.

[註3] 核能資訊中心(2008.10), "我國核能電廠減廢績效傲視全球" 核能簡訊114期,新竹,中華民國。

[註4] OECD/NEA(2008), Nuclear Energy Outlook, Organization of Economic Cooperation and Development/Nuclear Energy Agency, Paris, France.

[註5] 法務部及原子能委員會網頁。

布朗呼籲 核能策略創新

文‧編輯室


照片來源：維基百科
英國首相 布朗

英國首相布朗在倫敦舉辦的國際核燃料循環會議中，展現了英國欲領導強化能源安全和打造永續未來的企圖心。英國即將舉行新全球核能對策架構辯論，目標在確保核能廣泛和平使用與解除核武。

布朗表示，要在2050年前減碳一半，核能的角色就非常重要。他說：「不管我們喜不喜歡，如果沒有廣泛使用核電，我們是無法對抗全球暖化的挑戰。」「要中止電力方面的排碳，每年需要建造32部新反應器，」布朗結論表示，「但我們仔細觀之，若沒有民用核電，我們就無法保障地球賴以續存的能源永續供應。」

為了解決核武擴散問題，布朗相當支持國際原子能總署之下的核子燃料銀行的概念。但他還希望建立奠基在防止核武擴散條約的新制度。各國將可更進一步享受核電益處，但是責任也隨之加重，未來國際也必須針對核武設施做更廣泛的檢查。

布朗也呼籲各界考慮實施地區性核燃料循環計畫，以管理高放射性廢棄物和燃料循環前端。計畫其一的元素，是只要該國可以遵守防止核武擴散條約和保安制度，就可利用保證燃料供應穩定的核子燃料銀行。

另一個核能策略的改變，則跟保安有關。若有跡象顯示，任何國家未盡到不將核原料用作軍事用途的義務，那麼此情況將直接回報聯合國安理會做「清楚嚴厲、即時」的制裁。也因此在實際層面上，核子保安的責任將隨之反轉：向國際原子能總署證明和平使用核能，變成各國本身的責任，而不是交由國際原子能總署調查，是否有濫用核能的證據。

布朗坦率宣告核能的環保價值和欲投身卸除核武新運動，頗獲評論家讚美。但某些核工業專家則對由國際原子能總署主導的核子燃料制度，能否強化防止核武擴散表示疑慮。

世界核能組織執行長讚賞布朗提高防止核武擴散的標準，但他質疑國際原子能總署監督的燃料供應網概念。他表示，「如果由官僚系統掌控的燃料銀行，能達到某些目標就好。但事實上我們能期望達到多少安全效果？願意遵守防止核武擴散條約的國家，本來就可以自市場上獲得穩定的燃料供應，但有意發展核武的國家，則會嘲弄燃料供應網的不穩定。那麼到頭來，核子燃料銀行能改變哪國政府的態度？」

資料來源：WNN News 2009/03/17 http://www.world-nuclear-news.org/newsarticle.aspx?id=24852

九州電力

日本九州電力獲准運送MOX燃料 將使用於玄海3號機

文．鄭武昆譯

日本九州電力獲准運送2008年7月委託製造完成的16束MOX燃料至佐賀縣玄海核電廠，將使用於該廠3號機。該機組預計於今年8月大修，11月運轉。

MOX燃料在日本的營運情形：東電及關電於2000年即經過地方同意，並獲得國家許可准予實施，東電MOX燃料是由歐洲運回，但2002年被發現隱瞞核電機組缺失，以及關西電力於1999年被發現竄改燃料營運資料，使兩家公司的MOX燃料計畫遭到凍結。

九州電力、中部電力與四國電力公司均於2005年獲准實施，九州電力於今年1月向佐賀縣及玄海町提出燃料運送申請，並獲書面同意其運送計畫，一旦營運，將是日本首度使用MOX燃料的核電廠。

反核團體對其運送恐遭海上攻擊或劫持，及使用MOX燃料的發電安全性有疑慮，以及該發電方式的成本較高，恐將轉嫁於消費者，而抱持反對態度。九州大學出光一哉教授認為，日本是能源貧乏的國家，應認同此種發電方式，目前正面臨實用化的階段，期盼早日能克服技術障礙，開創領導世界的技術。

（2009年2月27日 西日本新聞報導）

【譯註】

MOX燃料：將用過核子燃料經過再處理，回收的鈽及鈾混合製成的氧化鈽與氧化鈾燃料，通常使用於快滋生反應器、新型轉換式反應器或熱中子反應器中。一般輕水式反應器如要使用MOX燃料，其爐心營運要特別計算。

（本文譯者為原子能委員會放射性物料管理局組長）

日本九州

驚豔九州

日本的九州，四季都綻放著美麗的花朵，從杜鵑花、鬱金香、九重花、大波斯菊等，色彩繽紛的花朵總是將九州烘托的風情萬種。此外，對歷史、文化感興趣的人，絕不能錯過各區的經典祭典，從長崎花燈祭典、佐賀陶器聞名的五月黃金週、博多咚打鼓海港節、長崎精靈流放祭典，以及全世界上百隻熱氣球前來朝聖的佐賀國際熱氣球節，讓九州充滿歡樂。



九州的政治中心位於福岡縣的太宰府，當地著名的「天滿宮」是學問之神「菅原道真」的總寺院，也是遊客必訪的觀光名勝。尤其是正殿的華麗建築已列為國家重要的文化財產，參道上整年人聲沸揚，加上每年一月到四月白梅恣意綻放的呼應下，絕美雅境令人屏息欣賞。如果您有機會前往，別忘了來塊當地名產「梅枝餅」，相信當地風味伴上美景，絕對讓您回味無窮。



OBAMA
歐巴馬
否決雅卡山計畫

文．鄭武昆譯

2月26日美國總統歐巴馬否決了位於內華達州的雅卡山計畫，該計畫歷經20年發展，已花費了90億美元；歐巴馬政府認為放射性廢棄物在雅卡山貯存（應為處置）並非當前選擇，新政府已開始尋求放射性廢棄物的最佳管理方案。歐巴馬的決定使得長期推動的處置計畫無法解決，甚至可能會影響到新反應器的建造。

雅卡山位於賭城拉斯維加斯的西北方160公里處，處置計畫位於地下1,000英呎的隧道中，能源部計畫處置超過109,000美噸（metric tones）的放射性廢棄物，依據能源部的說法，目前放射性廢棄物分布在39州120個場址中貯存。

目前美國有104座核能發電機組運轉中，核管會受理17個申請案，內含26個機組的興建計畫，艾塞隆企業（總部位於芝加哥）擁有美國最多的核能發電機組的核能發電公司，而安特基公司（總部位於新紐奧良）次之。依據工業界核能學會（NEI, Nuclear Energy Institute）發言人說法，歐巴馬應該不會削減興建新核能機組的業務。

布希於2002年簽署雅卡山的計畫場址，依能源部於2008年的估算，整個計畫將需962億美元，而布希政府也於2008年6月同意計畫預算。內華達州的反對者與環保團體針對雅卡山計畫，曾提出訴訟案以阻止計畫的執行。

美國國會於1987年指定能源部執行雅卡山計畫，研究做為放射性廢棄物最終處置場的可行性，並由能源部向核能發電業者收取所需的作業費。截至目前為止，美國核能電廠已為雅卡山的興建計畫支付約296億美元，然而能源部於1998年未能履行契約－接收放射性廢棄物，因而核能電廠業者向能源部提起訴訟，要求補償自行貯存放射性廢棄物的管理費，某核能發電業者的代理律師史托克說，已在法庭上贏得10億美元的賠償。如果計畫終止，將會造成能源部違約，其損害將達1,000億美元。

摘譯自2009年2月26日Bloomberg.com「Obama Rejects Nuclear Waste Site after 20-year Fight.- by Daniel Whitten」
(本文譯者為原子能委員會放射性物料管理局組長)

後續追蹤：

3月13日美國能源部長朱棣文再度重申支持核能發展，並將於近期邀請專家召開「藍帶會議」檢討用過核子燃料貯存、處置與再處理策略。現行於核電廠內進行乾式貯存是可行的方式，短期的暫時貯存有利於未來可選擇再處理方式，以大幅降低放射性廢棄物的產量。

美國民眾日漸支持
用過核子燃料再循環和再處理

文・編輯室

美國民意調查顯示，美國越來越多人支持用過核子燃料再循環和再處理，對於核能整體也有正面支持度。

由核能協會委託民間機構調查結果顯示，84%的受訪民眾認為核能在滿足美國未來能源需求上，相當重要。受訪的民眾對於符合聯邦政府安全標準的反應器執照進行更新，也顯示了相同的支持度。

此次在3月12-15日中進行的民調，受訪人數為1,000人。民調結果整體而言，2/3的民眾支持核能，且認為今日核能比30年前三哩島事故發生時更安全。69%的民眾偏好、30%強烈支持美國把核能作為發電的方式之一。僅有12%的民眾強烈反對使用核能。 民意調查也發現，62%民眾同意、34%反對美國未來蓋更多核能電廠。

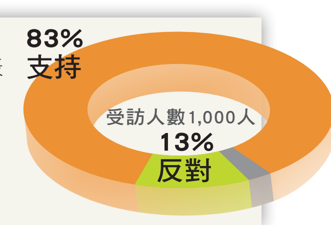
關於美國核電廠的安全性，76%民眾認為安全無虞，21%民眾則不信任。83%的人表示現在的核電廠比30年前三哩島事故發生時更安全。46%認為核電廠安全性已經改善很多，12%則認為安全性如昔。僅有4%的人認為現在核能電廠更不安全。

放射性廢棄物和再循環支持度高

大多數人(63%)表示，放射性廢棄物可在電廠內暫存，直到移出到最終處置設施；不過80%的人則認為，把廢棄物貯存在一兩個自願場址內，會比較安全和有效率。

雖然歐巴馬政府日前表示，美國將不會繼續內華達州的雅卡山處置場計畫，但77%的人認為，只要處置場符合聯邦標準，計畫應該持續進行。除此之外，89%的人認為政府應成立獨立的專家顧問小組，負責向總統和國會建言，提出美國最佳長期放射性廢棄物管理策略。美國民眾對於廢棄物問題的高支持度顯示，民眾亟希望能妥善解決這個問題。

83%的受訪民眾也表示，支持美國用過核子燃料再循環，以發更多電並且減少廢棄物量。僅有13%的人反對此項計畫。



此次民調執行機構總裁蓓絲康媞表示，「民眾顯示出對核能的強力支持，而民眾的支持度也維持相關議題的26年來的高點，這代表社會真的改變了。」

她進一步指出，「民調顯示，跟全球暖化和空氣污染比起來，現今民眾更關心就業、經濟成長和能源自主。民眾很顯然把核電視為面對前述挑戰的方式之一。」

此份美國核能協會發表的民調結果，跟先前蓋洛普民調機構的結果近似。蓋洛普民調結果顯示，59%的民眾支持/強力支持美國利用核能發電。蓋洛普公司對此表示，這是該公司有史以來相同議題民調中，支持度最高的一次。

資料來源：WNN 2009/03/26 http://www.world-nuclear-news.org/NP-Support_for_reprocessing_and_action_on_waste_2603094.html

台日核能交流座談 分享公眾溝通經驗 下

文‧編輯室

專 題 演 講

1. 台灣核能發電的現況與未來展望
2. 日本核能發電的現況與未來展望
3. 日本Senior NetWork (SNW)活動介紹

分 組 討 論

1. 公眾對核能發電的接受度
2. 核能的前景
3. 台日核能人才交流

時間：97年12月20日

地點：國立清華大學生醫工程與環境科學系館（原名原子科學系）1樓演講廳

主辦單位：財團法人核能資訊中心

為加強國際間核能相關議題的交流，財團法人核能資訊中心邀請日本SNW（Senior NetWork）委員會11位自核能產官學界退休人士，舉辦座談會，期望藉此學習日本成功的公眾溝通經驗與模式。

與會的日本專家有前任原子力委員會主委竹內哲夫、原子力燃料公司前任董事長荒井利治、日立公司前任核能事業處總經理林勉、東芝電廠建設公司前任董事長伊藤睦、IHI企業前任核能部總工程師石井正則、AITEL企業前任副執行長小川博巳、東京電力公司前任總經理斎藤修、KG Berau公司前任總經理辻萬亀雄、三菱重工公司機械處總部前任總經理金氏顯，以及現任全球核燃料-日本公司執行長西村章、日本原子力產業協會政策推廣部資深經理西鄉正雄等人。



第二組分組座談——核能的前景

第二部分：用過核燃料再處理與放射性廢棄物的安全管制

放射性物料管理局局長 黃慶村

放射性廢棄物的處置與安全管制，是民眾最關心的議題。未來溝通的重點將著重於：強調社會共同利益、增加資訊透明化、提高公眾參與感。物管局的工作目標為：確保放射性物質的安全處置、將放射性廢棄物的數量降至最低、提高民眾接受度、以環境保護為前提管理廢棄物。

目前我國放射性廢棄物的產生量，核三廠從每年400-500桶降至每年20-30桶；運用核研所研發的「高效率固化技術」之後，核二廠的固體廢棄物產生量降至原本的30%以下。2007年3座核電廠的固化低放廢棄物只有259桶，呈現逐年下降的趨勢。物管局將進一步建立放射性廢棄物管理的資格認證系統，管制人員設視察員與資深視察員，運轉人員則設非管理技師與行政工程師。

低放射性廢棄物部分：我國已於2008年8月選出屏東縣牡丹鄉、台東縣達仁鄉、澎湖縣望安鄉3處處置場潛在場址。高放射性廢棄物部分：近程一水池濕式貯存；中程一

廠內乾式貯存；長程一深地層最終處置。原能會已於2008年12月3日核發核一廠乾式貯存設施的建照，水土保持計畫則已於12月5日送交台北縣政府審查。用過核燃料最終處置的初步技術可行性評估報告將於2009年底送交原能會。



第三組分組座談──台日核能人才交流

第一部分：人才需求的現況與教育訓練

台電公司核能發電處訓練組組長 許宏福

台電現有核能方面人力50-59歲占56%，3座核電廠工作人員平均年齡均超過50歲。

對於核能人力的需求：

1. 欠缺原廠、大包商駐廠及時支應的人力準備。
2. 人員老化、斷層及因應運轉員年輕化要求。
3. 因應效率、功率提昇及執照更新等持續性新增工作需要。
4. 核四等新廠（新機組）試運轉尖峰人力支援。

1983年台電公司委託G.P.公司規劃核能訓練中心，同時參考系統化訓練制度規劃人員訓練及教材。G.P.公司使用半系統化方式規劃出各類人員訓練計畫。自1999年起台電公司自行參照美國核能運轉協會(INPO)指引修訂成各組人員訓練計畫。

台電核能訓練的執行方式：

1. 林口核能訓練中心：新進人員訓練、維護共通訓練。
2. 各核能電廠廠模擬中心：運轉人員訓練、各廠特殊性訓練。

新進人員培訓及經驗傳承：

1. 人員進用──按依培訓所需時間提前進用。
2. 新進人員培訓──導師制度、10年培育計畫。
3. 專業培訓──核能系統化訓練、國內外專業訓練。
4. 核心人力傳承──業務交接資料、核心人力傳承。
5. 經驗傳承──工作程序書化、教材電子化、專家資料庫、知識管理平台。



第三組分組座談──台日核能人才交流

第一部分：人才需求的現況與教育訓練

日本原子力產業協會政策推廣部資深經理 西鄉正雄

日本大專院校的核能相關科系普遍不受歡迎，所使用的實驗器材設備均已老舊，缺乏有系統的核能專業教育，讓優秀的學生對核工科系產生疑懼。不過，近來由於國際間核能復甦的趨勢、對能源安全的重視以及全球暖化的挑戰，使得日本國內對核能的期待逐漸提升。

目前日本每年約700-800名核工科系的畢業生，有200-300人繼續進修，有500人就業，其中40%約200名進入核能相關領域工

作。自2006年起，核能電力公司招募新人出現增加趨勢。2006年日本核能從業人員比2005年增加34,500人，其中電力公司約9,000人，建廠人員約25,500人。預期未來將需要大量核能人才，以符合2030年的長程目標。日本現有11家電力公司，都是民營，平均每年新進人員約100人。2006年開始明顯增加至160人，大約20%是核能相關科系的背景。6家建廠公司—IHI、東芝、日立、富士電機、三菱重工與三菱電機，每年約新近100-150人，同樣地，2006年開始明顯增加至將近200人，其中約10%是核能相關科系的背景。

預計未來日本所有關於核能相關產業（包含建廠與鈾礦工業），大約可多爭取到10%的海外新建電廠、在日本製造相關設備的訂單，屆時將需要新進10,000名設計與建廠工程師，以及3,000-5,000名研發工作人員。日本核能相關工程師增加的幅度必然相當可觀。

Q：為何台電人才老化？

A：因為當年核一二三廠建廠時晉用人力比例最高，後來無建廠需求，因此新聘人才數量少很多。

Q：日本的電廠都是供應商作維修的工作，台灣呢？

A：台灣僅有小的零件廠商和包商，不像日本可以依賴大包商協助維修，因此我們都是由台電自己做，台灣也必須由台電自行訓練人才修理。日本的電廠人員因為少了維修人員，總體人數比台灣電廠人員少。而台電又受限於招標法，包商每3年須重新招標，有時會遇到經驗斷層問題。

Q：台電公司用的設備是由外國商賣的，如果外國商走了，台電如何維修核能電廠？

A：專業領域部分，例如安全性設備，台電會請內部人員到供應商受訓，使台電自我學習。但我們自己也有建立自我判斷能力，能判別廠商的設計是否有疑問的地方。

Q：學生：既然台灣有如清大有如此好的工科系，為何台電不在國內扶植、成立自己的大包商？

A：這是成本考量。大包商動輒需要千人，再來，我們不像日本，台灣的核能國家政策不明，連核工系都維持不易，更不要說是成立大包商了。而重點是，台電是政府機關，採購包括勞務，都受限採購法的規定，要說成立包商，沒有如此容易，我們只能在法令規範內，儘量將包商的合約時限拉長，避免頻換廠商。

Q：今日日本來訪的貴賓，退休前的背景都是如三菱、東芝等供應商，雖然他們不是來做生意的，但台電有無興趣跟日方合作？

A：只要符合台灣採購法令，我們相當歡迎日方來投標。

Q：學生：日本電力公司是否有受日本政府扶植？

A：先前日本明治時代、有遠見的先人就已經想過這個問題。他們認為民間公司競爭力較強，電力不應該由國家壟斷，因此日本的電力公司從一開始就是民營的。



第三組分組座談——台日核能人才交流

第二部分：大專院校的人才教育與核能產業的就業機會

清華大學工程與系統科學系主任 李敏

工程與系統科學系前身為核子工程學系，成立於民國53年，為台灣唯一培養核子工程專業人才的學系，1997年更名為「工程與系統科學系」。40餘年來培育學士超過2,300人，碩士超過1,200人，博士超過100人。目前國內核電領域，產、官、學的領導人均畢業自本系。

真正改名的原因，是因為大學入學考試核工系的排名慘不忍睹，以前最好的時候是全國第6，最差時跌到82名(總系所數約5、6百個)，改名之後明顯回升到30多名。名次回升的原因，實際上跟核能復興沒有太大關係，是因為系名改名。

日方回應：4、5年前，日本核工科系情況跟台灣差不多，是在工程類科系中墊底。日本大學制度跟台灣不同，剛進去是修共同課程，之後再選科系。SNW發起的原因，一部分也是因為擔心修習核工的學生越來越少，希望多所鼓勵。日本目前核工系恢復到第一、二志願，主要是因為核能復甦，工作機會變多。

清大核工研究所薛燕婉所長補充：日本東芝公司最近有來台灣徵才，希望從台灣取得每年約30名的工程人才，但不僅是在核工領域。因為東芝先前來台灣的是人事部的人員，明年初東芝會派核工部門的人來台灣作進一步了解。目前日立等公司在台灣都成立了分公司，應該會有徵人的情況。未來台灣人在中國大陸有語言和文化的優勢，大家也應該把握住對岸大量興建核電廠的契機。



晚餐時，學生們仍欲罷不能，與日方貴賓面對面熱烈溝通

Q：日本要擴展海外業務，公司是否會晉用台灣清大的人才？

A：a. 有可能，但今日來訪的SNW人員已經退休了，因此對於此方面的訊息沒有很清楚。

b. 另外，日立等公司在台灣都成立了分公司，應該會有徵人的情況。

c. 未來台灣人在中國有語言和文化優勢，大家應該可以把握這一部分。

Q：日本大公司大多有自己的研究所，而日本的電廠，如關東電力公司，是否有自己的研究所?

A：日本所有的電力公司聯合成立了一個研究所——電中研，個別電力公司沒有自己的研究所。

Q：台灣有設節能減碳目標，是否會因此蓋更多核能電廠?

A：新政府針對核能有設新目標，依據我們所見的資料，大概會知道未來政府針對核電廠會做的有：

a. 核電廠執照更新

b. 提升反應器功率

c. 台電內部規劃要蓋6部機組

但即使我們做了這些事情，仍無法「完全」達到政府設的減碳目標。

2009春天會召開全國能源會議討論此議題，核能是必須要走的路。

Q：核能理應是最不受景氣循環的產業，日本是否有提供獎學金吸引學生？未來是否會投入更多資金建廠和招募人才？

A：目前正在進入要實行獎學金的階段，若SNW知道相關訊息，會通知核資中心轉知大家。目前日本國內已經有3部建設中的反應器，還會再蓋10部，目標是讓日本核能發電比例從目前的33%提升至40%。

李敏教授提及，之前工科系的學生談到未來出路時，臉上總是無奈的表情，因為他們喜歡的是不受眾人肯定的行業。現在不同了，學核工的學生談到核能，眼睛會發光，因為他們看得到希望。

座談會總結

朱鐵吉（核能資訊中心董事長）：



這次座談會應該是SNW委員會在台灣舉行的第一個座談會，很高興這次有清華大學、交通大學、中央大學50多位學生報名，也有幾位民眾看到報紙的訊息報名參加，總計今天與會人員將近130位。核能資訊中心期望藉此學習日本成功的公眾溝通經驗與模式，也為台灣的核能溝通盡一分心力。

這次座談會分成三組座談，主題分別為：「公眾對核能發電的接受度」、「核能的前景」、「台日核能人才交流」。由於去年日本東芝集團到清華大學核子工程研究所所招募人才，與應屆畢業生面試，最後全數簽約，未來將赴日本受訓、就業。因此，台日核能人才交流的分組座談吸引30多名學生參加，可見學生對於核能產業的就業資訊與未來出路相當關切。

從三組分組座談熱烈的交流情況中可以體認到，一般民眾與學生對於核能的議題非常重視，迫切需要正確、透明、公開的核能資訊。因此核能資訊中心責無旁貸，將會延續今天的熱情，效法日本SNW委員會的精神，多多舉辦類似的活動，繼續為核能溝通工作而努力。最重要的，還是要感謝各位參加的與會人士利用寶貴的假期踴躍參加座談會，也讓這次的座談會比預期的規模更盛大。

荒井利治（SNW委員會副會長）：



在日本舉辦同樣的座談會，相較之下，台灣的學生比日本學生更為積極地發言、討論，實在令人欣喜。

我們的現況就像全部的人類共同搭乘一艘宇宙船，環繞著地球運轉，船上有老人、小孩、學生…各式人等。現在，地球出現各種問題，如同宇宙船正面臨著前所未有的大風暴。這艘宇宙船未來將要交到各位學生們的手中，由你們操控。如果各位能繼續秉持著今天熱烈參與的心情，我們的宇宙船就像見到遠處的一個光點，那就是大家的希望。

與會人員大合照，歡欣之情溢於言表



98年第1季核能電廠環境輻射監測報導

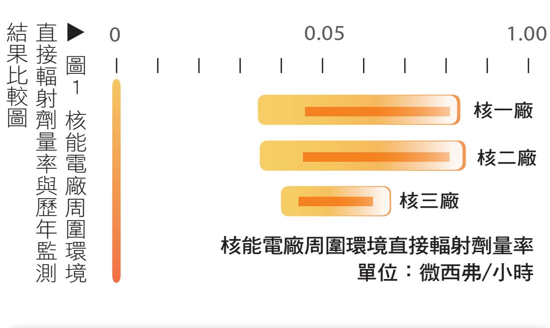
文‧編輯室

為確保核能電廠周圍民眾健康與安全，原能會所屬輻射偵測中心執行環境輻射監測計畫，定期採取核能電廠周圍環境的空氣、水樣、土壤、岸沙、農畜產物與海產物等試樣進行各項放射性核種分析。

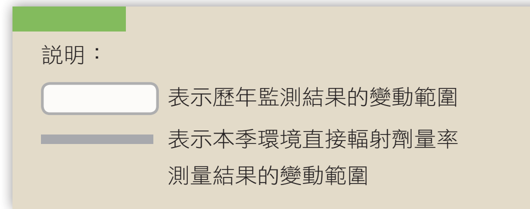
為能讓社會大眾清楚了解該中心在本季執行核一廠、核二廠、核三廠的環境監測情形，以簡易圖形來表示各類試樣測值與歷年監測結果進行比對，各項監測結果分述如下：

■ 直接輻射

在各核能電廠周圍環境放置熱發光劑量計（TLD）來度量環境中直接輻射劑量率，本季核一、二、三廠的輻射劑量率介於0.042至0.080微西弗／時，均在環境背景變動範圍內，與歷年監測結果的比較結果，如圖1所示。另外，在全國設置28座輻射自動監測站，全天候24小時自動化監測環境輻射量，地點分布與監測結果，如26頁圖2所示。



▶圖1 核能電廠周圍環境直接輻射劑量率與歷年監測結果比較圖



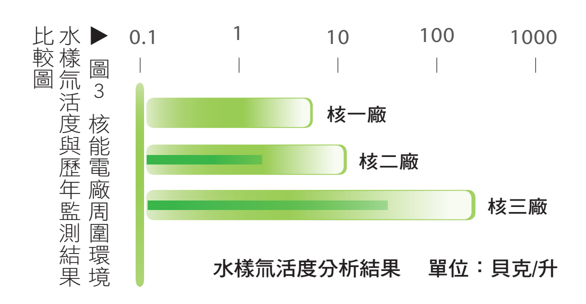
■ 環境試樣放射性分析

（一）空浮微粒

在核能電廠上、下風向設置定流量連續抽氣機，採取空氣試樣進行放射性核種分析，總貝他活度均低於放射性落塵警戒值（9×10^{3}毫貝克／立方公尺）。

（二）水樣

我國核能電廠均利用海水作為冷卻水，因此定期採取海水及淡水（飲用水、河川水、地下水、池水）試樣進行放射性核種分析。氚活度小於最低可測活度（MDA）至22貝克／升，在環境背景變動範圍內，與歷年監測結果的比較結果，如圖3所示。



▶圖3 核能電廠周圍環境水樣氚活度與歷年監測結果比較圖

（三）農畜產物、海產物

為了解在核能電廠所在地民眾攝食的輻射安全，採取家禽類、葉菜類、甘藷與季節

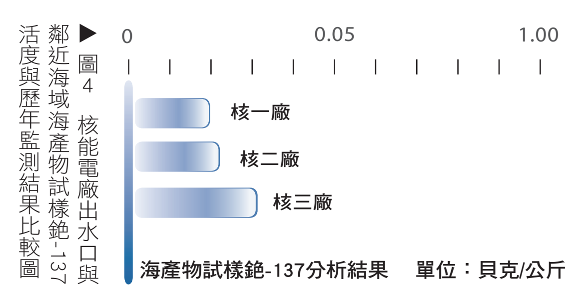
地點	劑量率	時間
石門	0.055	2009/4/28 13時
三芝	0.061	2009/4/28 13時
石崩山	0.065	2009/4/28 13時
茂林	0.051	2009/4/28 13時
陽明山	0.056	2009/4/28 13時
龍潭	0.054	2009/4/28 13時
台中	0.067	2009/4/28 13時
金門	0.080	2009/4/28 13時
阿里山	0.100	2009/4/28 13時
台南	0.060	2009/4/28 13時
高雄	0.055	2009/4/28 13時
恆春	0.072	2009/4/28 13時
龍泉	0.057	2009/4/28 13時
大光	0.055	2009/4/28 13時
金山	0.072	2009/4/28 13時
龍門	0.051	2009/4/28 13時
貢寮	0.053	2009/4/28 13時
澳底	0.052	2009/4/28 13時
宜蘭	0.063	2009/4/28 13時
野柳	0.056	2009/4/28 13時
萬里	0.067	2009/4/28 13時
大鵬	0.063	2009/4/28 13時
大坪	0.068	2009/4/28 13時
台北	0.066	2009/4/28 13時
台東	0.057	2009/4/28 13時
蘭嶼	0.042	2009/4/28 13時
墾丁	0.050	2009/4/28 13時
後壁湖	0.059	2009/4/28 13時

頻次：一小時
單位：微西弗/小時(μSv/h)

0.2微西弗/小時以下：一般背景輻射範圍
0.2~20微西弗/小時：加強偵測調查
20微西弗/小時以上：執行輻射緊急偵測

▲圖2 環境輻射監測站設置地點與監測資訊公布

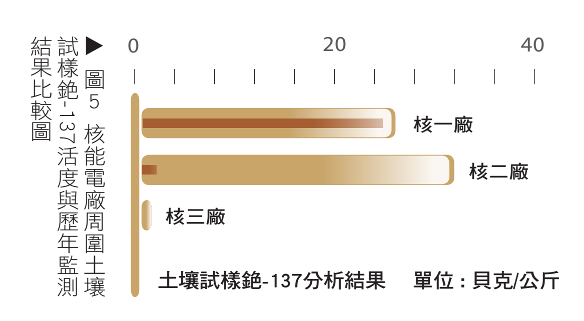
性等農畜產物試樣；另外也在核能電廠出水口與鄰近海域採取海魚試樣進行放射性核種分析。本季在農畜產物銫-137活度小於最低可測活度（MDA）至0.9貝克／千克。海產物試樣均未測得任何人造放射性核種，與歷年監測結果的比較結果，如圖4所示。



▲圖4 核能電廠出水口與鄰近海域海產物試樣銫-137活度與歷年監測結果比較圖

（四）累積試樣

為了解放射性核種在環境中長年累積的變動情形，採取土壤、岸沙試樣進行放射性核種分析。本季土壤銫-137活度小於最低可測活度（MDA）至25貝克／千克，土壤試樣與歷年監測結果的比較結果，如圖5所示。



▲圖5 核能電廠周圍土壤試樣銫-137活度與歷年監測結果比較圖

■ 結語

綜合本季各項環境試樣的監測結果，均在環境變動範圍，評估各核能電廠周圍民眾所接受的輻射劑量，均符合法規劑量限值，無輻射安全顧慮。民眾亦可透過輻射偵測中心網站http://www.trmc.aec.gov.tw查詢全省各地即時監測資訊。

核能新聞

文・編輯室

國外新聞

北歐推出新電價政策

芬蘭公布新電力稅務政策，將針對1997年前建造的核能及水力發電廠課稅，原因是此兩類電廠未來在碳交易市場上，將占先天優勢。新稅制適用218萬瓩的核能和300萬瓩的水力發電容量，最高每度電將課以1分歐元的稅。然而，新稅制將會阻礙「零排碳基載電廠利用率最大化」的獎勵政策。

丹麥跟芬蘭一樣，也在北歐電力交易所進行電力貿易。北歐電力交易所為碳交易市場之一，各國可在該處買賣碳權，就像股票買賣，因此市場碳價會經常波動。北歐電力交易所表示，從10月開始，剩餘電力現貨底價將從每度電0元調降到-20分歐元。換句話說，風力發電商在市場需求低發電時，需付費給電網回收多餘電力。北歐電力交易所指出，業務量縮減使電力商的成本不平衡。電力商為了輸電，也會願意付費。由於丹麥很大部分的風力發電輸出量已經受影響，此種情況會對該區風力發電成本帶來負面效應。

WNN Overview 2009/04/10

瑞典經援高放可能處置場場址

瑞典深地層處置場計畫進入發展後期，目前處於社區合作階段，補助金額達2.4億美金。

瑞典有兩個社區－歐斯卡香及奧斯薩瑪爭奪深地層處置場設址。負責管理瑞典放射性廢棄物的SKB公司，預計在今年夏季決定雀屏中選的社區。價值2.4億美金的補助計畫，是初期設址合約的一部分，最終合作方案將由SKB公司與兩個地區代表會討論底定。SKB公司執行長表示，他希望能夠促進兩地的地方發展。

爭取設址的歐斯卡香，目前設有用過核子燃料中期貯存場CLAB、阿斯波硬石實驗室和廢棄物研究實驗室；而奧斯薩瑪則有短化期放射性廢棄物最終處置場。兩地附近也都有核能電廠，分別為歐斯卡香核能電廠和佛斯馬克核能電廠。

瑞典全國約有1/4的廢棄物包件會送往設址地區。兩成的補助金則將在2010-2015年間動用，其餘資金則將在處置場營運數十年間使用。除了補助金之外，設址地區也將享有公共建設升級和優質工作機會的好處。 WNN News 2009/04/08

保加利亞低放處置場動起來

保加利亞政府與民間公司簽訂合約選擇處置場址，離放射性廢棄物最終處置場更進一步。

2005年保加利亞政策底定，處置場容量為5萬立方公尺，設計可移出廢棄物，在2015年前開始營運。由VT核能服務公司領

軍成立的合資公司，負責保國的選址計畫，此國家處置場將處置中低放射性廢棄物，合約價值340萬美金。VT核能服務公司將選擇適合場址、準備環境影響評估、進行設施設計和進行民意諮詢流程。未來處置的放射性廢棄物，主要來自保加利亞核能電廠。廠內4部反應器提供保國35%的電力，電廠售電收入的3%，流入處置場計畫專用的放射性廢棄物基金。WNN News 2009/04/06

匈牙利國會通過蓋新核電廠

匈牙利國會以330票贊成、6票反對，壓倒性通過在現有的帕克斯電廠增建2部反應器。帕克斯核電廠位在首都布達佩斯南方100公里處，自1980年代營運至今，廠內4部俄式小型反應器，負責提供匈牙利四成電力。新反應器規模屬於較大型。國會的經濟和環境委員會，對此增建計畫表達強力支持。WNN Overview 2009/04/03

東芝與俄羅斯公司結盟 提供核燃料服務

東芝公司與俄羅斯原子能工業公司日前成立聯盟，未來將提供日本和其他亞洲地區核子燃料產品服務。兩家公司共同商討使用俄羅斯離心技術，在日本成立鈾濃縮廠的可能性。東芝公司將以自身興建核能電廠的經驗，改善俄羅斯的反應器設計流程和建造技術。雙方的合作計畫是依據2008年簽訂的合約，開展「前端民用核子燃料循環事業」。不過這項計畫是否與兩國先前訂約、濃縮日本6,400噸用過核子燃料有關，尚不明朗。俄、日除了在東西伯利亞有零星探勘鈾礦合作計畫之外，目前兩國並沒有實際的燃料循環互動。WNN Overview 2009/03/20

美國核能電廠持續功率提升

公司	電廠機組	提升幅度	提升後容量
多明尼諾	石磨電廠 3號機	7.7萬瓩	122.7萬瓩
第一能源	海狸溪2號機	3.6萬瓩	90.4萬瓩
PPL公司	莎士坎那1號機	5萬瓩	N/A
光源公司	卡曼奇峰1號機	5.3萬瓩	N/A

WNN Overview 2009/03/20

國際核子燃料銀行初步成形

由國際原子能總署負責監控的低濃縮鈾國際燃料銀行，現已經募集足夠資金，未來將可確保各國有穩定的燃料供應。目前5個國際單位共捐助了1.07億美金：歐盟(3,200萬美金)、挪威(500萬美金)、阿拉伯聯合大公國(1,000萬美金)、美國(5,000萬美金)和科威特(1,000萬美金)。燃料銀行的概念是由美國「核子威脅倡議組織」於2006年提出，計畫整體預算為1.57億美金。核燃料部分元素可用以發展核武，因此燃料銀行的基礎概念，是藉由穩定的核子燃料供應，讓有意自行發展敏感核子科技的國家打消念頭。另一方面，俄羅斯也提出了類似的燃料中心概念，地點位在安加爾斯克的國際鈾濃縮中心。燃料銀行的下一階段，是由國際原子能總署會員國，利用美俄兩方的提案，發想實際計畫細節，然後再由國際原子能總署理事會通過實施。WNN Overview 2009/03/13

國內新聞

歐美非核國家 核能大復活

面對全球氣候變遷及高油價的壓力，世界各國除積極投入開發再生能源以外，歐美等國陸續重新啟動核能發電計畫，美國核能管制委員會累計已接獲17部核能機組新建申請案，連瑞典、瑞士等歐洲幾個曾訂定「非核政策」等國家，也陸續宣布停止非核家園政策，在國際間掀起核能大復活的風潮！

中國大陸近幾年來因經濟發展突飛猛進，電力需求急速成長，新建核能電廠如雨後春筍般冒出，預估到2020年核能機組將增加到40部至60部。

然而，因應全球氣候變遷引發的減碳壓力，以及過去兩、三年油價暴漲，核能發電逐漸有全面復活的跡象！世界各國正在建造中的核能機組共44座，已停滯20年未再建造新核機組的美國，也陸續提出17部核能機組新建照申請，預估2011年開始可望陸續動工。

值得注意的是，瑞典、瑞士和荷蘭等曾訂定「非核政策」的歐洲國家，也先後宣布停止非核政策，通過現有核電廠延役或將興建新核能機組；德國與比利時也正在討論終止「非核家園」政策。 (2009/04/15中國時報)

李遠哲：二氧化碳減量 核能是選項

中研院士李遠哲表示，若要減少二氧化碳排放量，核能是一個選項，不過核能發電技術仍有很大進步空間，政府應做很大的改變。

李遠哲指出，從科學觀點來看，目前95%核原料發電能量會變成核廢料，是相當不理想的情況，但從降低二氧化碳排放量觀點，核能發電有正面之處。他說，以前講過贊成非核家園，但非核不是本世紀前半可做到的，核電將是一個過渡技術，非核家園可能到了本世紀後半葉才能達到。(2009/04/16工商時報)

第四代核反應器國際研討會風雲際會

行政院國家科學委員會於5月22-23日舉辦「第四代核反應器國際研討會」，會中邀請美國、法國、中國大陸、日本、俄羅斯以及我國多位核能專家學者與會。

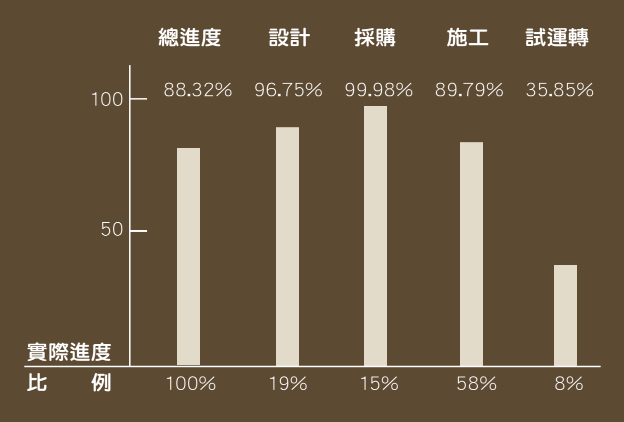
本次研討會除了傳達出核能可有效減緩全球氣候變遷的速度之外，針對國際間第三代與第四代反應器的發展現況、美國與中國大陸對高溫氣冷反應器的發展經驗、日本超快速反應器與高溫氣冷反應器以及氫能的研發、熔鹽反應器的遠景與評論、進步型反應器材料的設計基礎、綜觀用過核子燃料的管理現況與進步型燃料循環，以符合核能永續發展的目標等題目，充分討論。

最後的圓桌論壇則以「發展第4代反應器的國際趨勢」與「哪一種形式的第4代反應器適合台灣？」作為結尾。（2009/04/22本刊訊）

龍門核能電廠工程進度報導

龍門核能電廠（核四廠）工程總進度至98年4月底為88.32%（註），較98年3月底進展0.73%，各分項工程進度詳如下表：

工程進度(截至98年4月底止)



註：行政院於95年8月21日核定本計畫第1、2號機商轉日期調整為98年7月15日、99年7月15日

資料來源：
http://www.aec.gov.tw/upload/1239678911LM9803.pdf
http://www.aec.gov.tw/www/control/index05-03.php



圖1. 原能會執行龍門計畫第34次定期視察

圖2. 原能會視察員赴現場視察動火作業管制